

Pengaruh Latihan *High Intensity Interval Training* (HIIT) Terhadap Peningkatan Kadar *Superoxide Dismutase* Pada Atlet Lari Jarak Jauh PASI Kota Malang

Dianita Nova Aini, Rias Gesang Kinanti*, Nanang Tri Wahyudi, Ahmad Abdullah

Universitas Negeri Malang, Jl. Semarang No. 5 Malang, Jawa Timur, Indonesia

*Penulis korespondensi, Surel: rias.gesang.fik@um.ac.id

Paper received: 15-3-2023; revised: 28-3-2023; accepted: 11-5-2023

Abstract

Superoxide Dismutase plays an important role in protecting cells to prevent free radical damage. High-intensity exercise can increase free radicals and cause oxidative stress. This study aims to determine the effect of high-intensity interval training (HIIT) on increasing levels of superoxide dismutase in long-distance running athletes. The method used in this research is a pre-experimental research design with a one group pretest-posttest design. Whereas the HIIT training method, in which the subject was instructed to do interval running by dividing 2 minutes of sprint and 2 minutes of walking, was done 10 times. When exercising the subject's intensity was monitored using a borg scale while maintaining it on a scale of 7-10. At the time before and after being given the exercise, the subject's blood was taken through a vein in the cubital section as much as 10 μ l. After taking blood samples, the blood samples were examined in the laboratory of clinical physiology, Faculty of Medicine, University of Brawijaya. Calculation of data to determine results using a paired sample T-test where it is known that the p value is greater than 0.05 (0.393) indicating that H_0 is accepted and H_1 is rejected, in which the program given to the subject does not get a significant value in athletes. The conclusion in this study was that the provision of high intensity interval training had no effect on increasing SOD levels in PASI athletes in Malang City.

Keywords: high intensity interval training; superoxide dismutase; long-distance running

Abstrak

Superoxide Dismutase berperan penting dalam melindungi sel untuk mencegah gangguan radikal bebas. Latihan dengan intensitas yang tinggi dapat meningkatkan radikal bebas dan menyebabkan stress oksidatif. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efek latihan interval intensitas tinggi (HIIT) terhadap peningkatan kadar *superoxide dismutase* pada atlet lari jarak jauh. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah desain penelitian pre-experimental jenis metode eksperimen dengan jenis *one group pretest-posttest design*. Sedangkan metode latihan HIIT yaitu subjek diinstruksikan melakukan lari interval dengan pembagian 2 menit lari cepat dan 2 menit berjalan dilakukan sebanyak 10 kali. Saat latihan subjek dipantau intensitasnya menggunakan *skala borg* dengan tetap dipertahankan pada skala 7-10. Pada saat sebelum dan sesudah diberi latihan subjek diambil darahnya melalui pembuluh darah vena pada bagian *cubiti* sebanyak 10 μ l. Setelah dilakukan pengambilan sampel darah, lalu sampel darah diteliti di laboratorium Ilmu Faal klinik Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya. Perhitungan data untuk menentukan hasil menggunakan *paired sample T-test* yang diketahui nilai *p* lebih besar dari 0,05 (0,393) menunjukkan H_0 diterima dan H_1 ditolak, yang mana program yang diberikan kepada subjek tidak mendapatkan nilai yang signifikan pada atlet. Kesimpulan pada penelitian ini adalah pemberian latihan *high intensity interval training* tidak berpengaruh untuk meningkatkan kadar SOD atlet lari jarak jauh PASI Kota Malang.

Kata kunci: *High intensity interval training*; *superoxide dismutase*; lari jarak jauh

1. Pendahuluan

Olahraga sangat mudah dilakukan sehingga olahraga banyak berbagai macam jenis (Maqsalmina & Pudjonarko, 2007). Contohnya adalah lari. Lari adalah aktivitas olahraga yang banyak dilakukan sebagai kebutuhan untuk selalu sehat dan bugar (Widiyatmoko & Hadi, 2018).

Olahraga yang tepat dapat menghasilkan kebugaran fisik maupun rohani, Akan tetapi olahraga yang berlebihan yang tidak teratur juga tidak baik untuk kesehatan (Sandi, 2016). Karena olahraga intensitas tinggi memiliki potensi radikal bebas, dan merupakan salah satu penyebab stres oksidatif (Gisti Rahmawati, Farida Nur Rachmawati, 2014). Stres oksidatif adalah kerangka ketidakseimbangan dalam konteks pro-oksidan (radikal bebas) dan antioksidan. Dengan kata lain, jumlah prooksidan dalam tubuh lebih tinggi dibandingkan jumlah antioksidan (candrawati, 2013). *Superoksida dismutase* (SOD) adalah enzim antioksidan yang bertindak sebagai garis pertahanan pertama tubuh untuk menetralkan radikal bebas (Astuti et al., 2008). Peningkatan intensitas dan durasi olahraga menyebabkan kurangnya antioksidan untuk melindungi sel, yang menyebabkan stress oksidatif (Werdhasari, 2014). Hubungan antara aktivitas fisik dan stres oksidatif sangat bergantung pada intensitas dan durasi (Yavari, Javadi, Mirmiran, & Bahadoran, 2015).

Molekul yang relatif tidak stabil disebut Radikal bebas (Sayuti, 2015). Juga dikenal sebagai spesies oksigen reaktif (ROS), molekul reaktif mencari pasangan elektronnya untuk stabilitas (Masaki, 2010). Ketika produksi ROS melebihi kapasitas antioksidan yang ada, sel terpapar stres oksidatif. Di sisi lain, ketika produksi ROS diimbangi dengan kapasitas antioksidan, itu mengarah pada pertumbuhan sel, pensinyalan, dan kelangsungan hidup. (Suryadinata, 2015). Pembentukan ROS terjadi melalui reaksi yang dikatalisis oleh enzim kelas oksidase atau sistem enzim sitokrom p450 (Izyumov et al., 2010). Sumber utama ROS dalam tubuh adalah fosforilasi oksidatif yang dihasilkan dari aktivitas fisik yang tinggi (Arsana, 2016). Oleh karena itu diperlukan tambahan antioksidan seperti vitamin E, vitamin C, flavonoid dan asam urat, mempertimbangkan bahwa reaksi berantai ROS hanya dapat dihentikan dengan membuat dua ROS bereaksi satu sama lain untuk memasangkan dua elektron yang tidak berpasangan. (Hidayat & Rahman, 2019).

VO2Max Salah satu olahraga yang membangun ketahanan kardio adalah *high intensity interval training* (HIIT). menguasai keterampilan teknis dan taktis (Wiswadewa et al., 2017). Program dimana latihan intensitas tinggi di atas 85-90% Vmax diselengi dengan periode intensitas tinggi disebut *high intensity interval training* (HIIT) (Fleg, 2016). Latihan Berolahraga secara teratur akan meningkatkan kerja jantung, meningkatkan konsumsi oksigen dan mempercepat metabolisme tubuh (Bimrew Sendekie Belay, 2014).

Oleh karena itu, sangatlah penting untuk mengidentifikasi metode yang tepat dan efektif untuk mengetahui kadar SOD dalam darah seseorang. Terutama pada seorang atlet, dimana atlet haruslah dalam keadaan yang sehat dan fit untuk berlaga dalam sebuah kompetisi (Lengkana, Suherman, Saptani, & Nugraha, 2020). Hal tersebut dapat menambah bagi para atlet lari jarak jauh PASI kota Malang dalam melakukan aktivitas olahraga. Berdasarkan uraian diatas, peneliti akan melakukan kajian terhadap kadar SOD pada atlet lari dengan judul “Pengaruh Latihan *High intensity interval training* (HIIT) Terhadap peningkatan Kadar *Superoxide Dismutase* Pada Atlet Lari Jarak Jauh PASI Kota Malang”

2. Metode

Metode yang digunakan untuk menunjang penelitian ini adalah penggunaan metode penelitian eksperimen melalui penerapan satu atau lebih perlakuan kepada subjek penelitian, dengan memperhatikan hubungan sebab akibat antara variabel bebas dan terikat. (Budiwanto, 2017). Jenis penelitian yang digunakan eksperimen dengan desain penelitian *pre-experiment* jenis *one group pretest and posttest design*. Teknik pengambilan sampel untuk penelitian ini

menggunakan teknik sampling purposif adalah salah satu cara penentuan sampel secara spesifik dengan kriteria yang ditentukan oleh peneliti. Dan jumlah sampel yang digunakan pada penelitian ini berjumlah 8 orang atlet lari jarak jauh dengan kriteria inklusi sebagai berikut : laki laki berusia 18-23 tahun, tergabung dalam tim PASI Kota Malang, Atlet berlatih dan masih aktif mengikuti event kejuaraan dan menandatangani surat kesediaan menjadi subjek.

Metode latihan HIIT dalam penelitian adalah menggunakan lari interval dengan rincian subjek diinstruksikan untuk lari cepat selama 2 menit dan berjalan selama 2 menit sebanyak 10 repetisi. Pengambilan sampel darah dilakukan oleh tim laboratorium Ilmu Faal universitas Brawijaya sebelum dan sesudah latihan melalui pembuluh darah vena pada bagian *cubiti* sebanyak 10 μ l. Setelah dilakukan pengambilan darah, sampel langsung diberikan ke laboratorium Ilmu Faal Klinik Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya. Hasil uji laboratorium dianalisis deskriptif untuk menguji sebaran data yang dihasilkan, lalu dilanjutkan dengan uji normalitas dan uji homogenitas sebagai prasyarat melakukan uji hipotesis. Dan pada uji hipotesis dilanjutkan menggunakan *paired sample T-test*, jika pada uji normalitas dan homogen telah berdistribusi normal dan homogen.

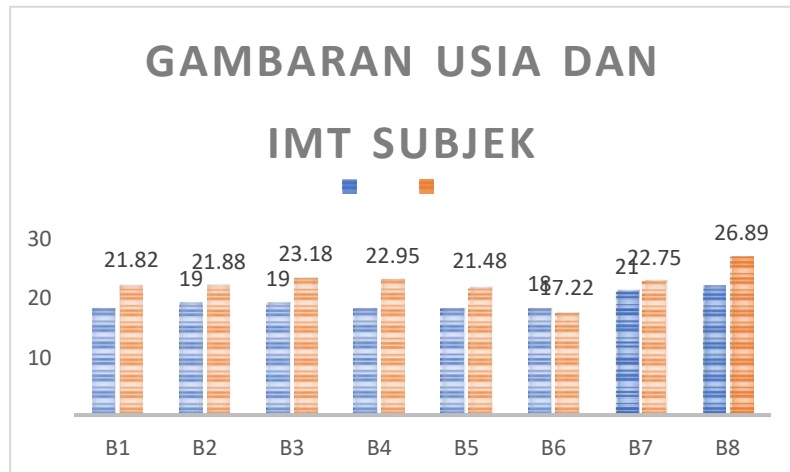
3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Deskripsi umum penelitian

Penelitian ini dilakukan secara luring yang telah dilakukan oleh 8 atlet yang terlaksana di Lapangan Cakrawala Universitas Negeri Malang dengan metode penelitian *Pre-experiment* dengan jenis *one group pretest and posttest design*. Latihan HIIT yang digunakan pada tes ini yaitu model lari interval yang diinstruksikan untuk berlari selama 2 menit dan 2 menit berjalan berulang ulang terus sebanyak 10 kali pengulangan. Sebelum melakukan latihan HIIT, sampel sudah terlebih dahulu diperiksa kesehatannya dan mengisi biodata yang sudah disediakan oleh peneliti yang akan dihitung besaran IMT setiap sampel. Adapun hasil rata-rata umur dan IMT dapat dilihat pada tabel.

Tabel 1. Data usia, berat badan, tinggi badan, dan IMT

No	Nama	Usia	Berat(kg)	Tinggi (m)	IMT	Ket
1	B1	18	58	1,63	21,82	Normal
2	B2	19	64	1,71	21,88	Normal
3	B3	19	67	1,70	23,18	Normal
4	B4	18	45	1,40	22,95	Normal
5	B5	18	55	1,60	21,48	Normal
6	B6	18	43	1,58	17,22	Kurus
7	B7	21	65	1,69	22,75	Normal
8	B8	22	75	1,67	26,89	Kelebihan berat
Rata rata Usia		17,87	Rata rata IMT	22,27		



Gambar 1. Usia dan IMT Atlet Lari PASI Kota Malang

Diketahui pada grafik diatas bahwa didapat dari atlet lari jarak jauh PASI Kota Malang yang berusia 18 hingga 23 tahun. Umur termuda dalam penelitian ini adalah 18 tahun dan tertua dalam penelitian ini adalah 22 tahun., begitu juga dengan nilai IMT rendah pada penelitian ini adalah 17,22 dan nilai IMT tertingginya adalah 26,89.

3.2 Analisis data

Hasil pengukuran kadar SOD sebelum dan sesudah pemberian latihan HIIT. Hasil analisis data tersebut disajikan dalam bentuk tabel. Selanjutnya untuk deskripsi kadar SOD dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 2. Hasil uji laboratorium Faal FK UB

No	Nama	Pretest (U/mL)	Postest (U/mL)
1	B1	5,437	4,626
2	B2	1,545	3,570
3	B3	2,614	4,080
4	B4	4,353	2,792
5	B5	4,089	2,633
6	B6	4,071	2,888
7	B7	1,577	1,813
8	B8	4,517	1,449

Keterangan U/mL : Unit/Mililiter

Bahwa kadar SOD setiap sampel berbeda-beda tergantung pada IMT setiap sampel. Dari hasil uji laboratorium untuk mengetahui bahwa latihan HIIT berpengaruh atau tidak terhadap peningkatan kadar SOD maka harus dilakukan analisis data yang mana tes tersebut menggunakan uji deskriptif, uji normalitas, uji homogenitas dan pada uji hipotesis akan

menggunakan uji-T berpasangan (*paired sample T-test*).

Tabel 3. Data hasil uji analisis deskripsi pretest dan posttest kadar SOD pada atlet lari jarak jauh PASI Kota Malang.

	Mean Statistic	Std.Deviation
PRETEST	3,52	1, 43
POSTTEST	2,98	1, 07

Diketahui rentang skor sebesar 3,89 dengan nilai minimum sebesar 1,551 dan maximum sebesar 5,44 dan rata-rata sebesar 3,52. Serta dihasilkan standar deviasi sebesar 1,43. Serta pada uji analisis deskriptif setelah latihan HIIT model lari interval (*Post-test*) dengan jumlah sampel yang sama dihasilkan rentang skor sebesar 3,18 dengan nilai minimum 1,45 dan nilai maximum 4,63 dan rata-rata sebesar 2,98 Serta dihasilkan standar deviasi sebesar 1,07. Kesimpulan nilai *posttest* cenderung lebih kecil dibandingkan dengan nilai *pretest*, Ini menandakan bahwa angka kadar SOD menurun pada saat post-test.

Tabel 4. Hasil Uji Normalitas Data *Pretest* dan *Posttest* kadar SOD pada atlet lari jarak jauh PASI Kota Malang.

	Statistic	Sig.	Interpretasi
PRETEST	0,273	0,081	Normal
POSTTEST	0,160	0,200*	Normal

Hasil uji normalitas diketahui nilai signifikansi sebesar 0,233 untuk *pretest* dan 0,894 untuk *posttest*. Karena nilai signifikansi dalam penelitian ini lebih besar dari > 0,05, maka dapat disimpulkan nilai signifikansi dari hasil data penelitian ini berdistribusi normal. Jika data sudah dikatakan normal maka dilanjutkan Uji homogenitas yang menguji apakah data memiliki varian yang homogen (sama) atau tidak homogen(tidak sama).

Tabel 5. Hasil Uji Homogenitas

	Sig.	Interpretasi
PRETEST DAN POSTTEST	0,243	Homogen

Hasil uji homogenitas kadar SOD *Pretest* dan *Posttest* sebesar 0,243. Telah diketahui bahwa nilai signifikansi dalam penelitian Lebih besar dari >0,05, maka dapat disimpulkan nilai signifikansi dari hasil data penelitian ini memiliki varian yang homogen. Itu artinya data dari kedua kelompok (*pre-test* dan *post-test*) kadar SOD memiliki varian yang sama atau homogen. Selanjutnya akan dilanjutkan dengan Uji Hipotesis menggunakan uji-T Berpasangan (*Paired Sample T-test*).

Tabel 6. Hasil Uji-T Berpasangan

	Sig. (2-tailed)
PRETEST - POSTTEST	0,393

Pada tabel hasil analisis uji-T berpasangan diperoleh hasil nilai sig, (*2-tailed*) sebesar $0,393 > 0,05$. Jadi dari hasil uji T berpasangan diperoleh sig. (*2 tailed*) lebih besar dari 0,05. Hasil tersebut membuktikan bahwa p eksperimen $> 0,05$ yang berarti H_0 diterima dan H_1 ditolak, maka dari itu tidak terdapat pengaruh atas pemberian tes kadar SOD dengan HIIT terhadap peningkatan kadar SOD. Oleh karena itu latihan HIIT dengan model lari interval tidak memiliki pengaruh bermakna terhadap peningkatan kadar SOD pada atlet lari jarak jauh PASI Kota Malang.

3.3 Pembahasan

Penelitian saat ini bermaksud untuk melihat pengaruh latihan *high intensity interval training* (HIIT) terhadap kenaikan kadar *superoxide dismutase* pada atlet lari jarak jauh. Penelitian ini telah sepakat dengan penelitian yang dilakukan oleh Tarnajaya pada tahun 2018 yaitu, menguji efek latihan intensitas yang tinggi pada kadar enzim *superoxide dismutase* pada hewan tikus galur Wistar (*Rattus norvegicus*) dimana mana tidak terdapat pengaruh yang signifikan terhadap kadar SOD pada kelompok kontrol (Tarnajaya, Pangkahila, Pangkahila, & Siswanto, 2018).

Pada penelitian menggunakan program HIIT dengan diberikan latihan 2 menit lari dan 2 menit jalan sebanyak 10 kali pengulangan. Menggunakan metode eksperimen dengan desain penelitian *pre-experimental*, yang berjenis *one group pretest and posttest design*. Dan Hasil pada penelitian ini menunjukkan bahwa rerata kadar SOD total pada penelitian ini adalah $0,393 > 0,05$. Hal ini telah membuktikan bahwa pemberian latihan HIIT tidak mempengaruhi peningkatan kadar SOD pada atlet lari jarak jauh PASI Kota Malang.

3.4 Karakteristik Subjek

Populasi penelitian ini melibatkan 8 atlet lari jarak jauh PASI Kota Malang yang berjenis kelamin laki-laki, didapatkan dengan melalui teknik *sampling purposive* untuk menentukan banyaknya subjek yang diperlukan dalam penelitian ini. Diketahui rata-rata usia pada subjek 22,27 dengan kriteria IMT normal. Pemilihan subjek laki laki dalam penelitian ini karena menurut (Nuarti, Huldani, & Asnawati, 2019) Lebih banyak lemak pada perempuan dari pada otot pada tubuh perempuan dibanding pada laki laki sehingga pada perempuan mempunyai VO2 maks yang kecil dari pada laki laki. Karena konsentrasi hemoglobin pada laki laki lebih besar dari pada sebaliknya (Nuarti et al., 2019). Hemoglobin seirama dengan pengikatan oksigen yang mana akan dibutuhkan tubuh manusia untuk proses pembakaran energi tersebut, maka dari itu laki laki sangat optimal memproduksi energy (Rohman Hakim, 2013).

Dari segi fisiologis, tujuan dari latihan kemampuan dasar yang sering disebut dengan latihan fisik adalah untuk meningkatkan BKM (Batas Kemampuan Maksimum) fisiologis yang secara otomatis meningkatkan BKM mental, melatih atlet secara efektif dan efisien (Sinaga,

2018). mengorganisir secara efisien penggunaan kapasitas anaerobik, Tentunya kedua BKM tersebut berkaitan erat dengan kebugaran seorang atlet. Artinya, olahragawan (atlet) terlatih mengalami BKM fisiologis dan psikologis yang tidak semua orang yang biasa berlatih merasakan hal yang sama (Syaifullah & Irawan, 2021). Dengan mengeluarkan produk sisa metabolisme, pemulihan cepat terjadi dan seseorang tidak merasa lelah setelah bekerja atau melakukan aktivitas lain. Manfaat aerobik adalah untuk kebugaran jasmani yang terus meningkat dengan latihan yang teratur (Rusiani, Rusiani, Junaidi, Subiyono, & Sumartiningsih, 2019). Artinya atlet yang dilatih memiliki tingkat kebugaran atau kebugaran yang cukup sehat dan terjaga (Berawi & Agverianti, 2017). Maka peneliti memutuskan untuk mengambil sampel dari atlet PASI Kota Malang. Dan atlet disini diberi latihan *High Intensity Interval Training* (HIIT), kemudian akan dilihat dan diketahui kadar SOD nya sebelum (*pre-test*) dan sesudah latihan (*post-test*) tersebut.

3.5 Pengaruh HIIT terhadap kadar SOD

Penelitian yang dilakukan ini bertujuan untuk menguji pengaruh latihan *High intensity interval training* (HIIT) terhadap peningkatan kadar *Superoxide Dismutase*, dimana tidak terdapat pengaruh yang didapatkan sehingga nilai yang tersebut tidak signifikan untuk peningkatan kadar SOD sebelum dan sesudah latihan. Untuk mengetahui adanya perbedaan jumlah Kadar *Superoxide Dismutase* sebelum latihan memiliki nilai sig. 0,081 dan 0,200 setelah latihan. Sehingga dapat diartikan data yang digunakan berdistribusi normal. Sedangkan berdasarkan uji homogenitas diperoleh nilai 0,243 yang dapat disimpulkan bahwa data homogen.

Setelah data dinyatakan normal dan konsisten, dilakukan uji hipotesis menggunakan *Paired sample T-test*. Hasil perhitungan Nilai p diketahui lebih besar dari 0,05 ($0,393 > 0,05$), sehingga H_0 diterima dan H_1 ditolak. latihan HIIT tidak berpengaruh pada peningkatan kadar *Superoxide Dismutase* dalam tubuh atlet lari jarak jauh. Karena tidak terdapat radikal bebas yang meningkat sehingga antioksidan tidak ikut meningkat karena sampel yang diambil adalah atlet lari jarak jauh PASI kota Malang yang sudah teratur menjalankan latihan setiap harinya, dan sebelum melakukan penelitian atlet sudah berlatih untuk event kejuaraan sehingga fisik dan stamina sudah siap untuk bertanding sehingga pemberian latihan HIIT dalam penelitian ini tidak mampu melebihi intensitas fisik maksimal bagi atlet karena fisik atlet yang sudah terbiasa untuk berlatih yang lebih berat (Tanskanen, Atalay, & Uusitalo, 2010).

Keterbatasan pada penelitian ini adalah kurangnya pengetahuan tentang latihan HIIT kepada atlet sehingga tidak terjadinya peningkatan radikal bebas. Dan kurangnya jumlah subjek yang diteliti memungkinkan nilai tidak signifikan, sehingga pada penelitian selanjutnya agar bisa menambah jumlah subjek lebih banyak supaya bisa melihat nilai yang berbeda pada pengaruh peningkatan kadar SOD.

4. Simpulan

Pengaruh HIIT terhadap peningkatan kadar SOD pada atlet lari jarak jauh PASI kota Malang yang diberikan intervensi latihan 2 menit lari dan 2 menit jalan selama 10 kali pengulangan. Program HIIT pada penelitian ini membuktikan tidak efektif dalam meningkatkan kadar SOD pada atlet jarak jauh. Dan diperlukan untuk penelitian lanjutan terhadap program HIIT selanjutnya dengan memberikan pelatihan yang sama dan perlu

memperhitungkan intensitas latihan yang diberikan, sehingga akan mendapatkan pengetahuan yang lebih mendalam tentang pengaruh peningkatan kadar SOD dalam program HIIT pada atlet lari jarak jauh PASI Kota Malang dan peneliti juga berharap agar bisa lebih disempurnakan dan dikembangkan bagi pembaca untuk meneliti yang sama yang lain.

Daftar Rujukan

- Arsana, I. N. (2016). Ekstrak Kulit Buah Manggis (*garcinia Mangostana*) Memperbaiki Fungsi Hati Selama Aktifitas Fisik. *Lppm Unmas*, 11(11), 103–111.
- Astuti, S., Pengajar, S., Teknologi, J., Pertanian, I., Pertanian, F., Lampung, U., ... 35145, L. (2008). Isoflavon Kedelai Dan Potensinya Sebagai Penangkap Radikal Bebas, 13(2), 126–136.
- Berawi, K. N., & Agverianti, T. (2017). Efek Aktivitas Fisik pada Proses Pembentukan Radikal Bebas sebagai Faktor Risiko Aterosklerosis Physical Activity Effects on Free Radicals Development as Risk Factor of Atherosclerosis. *Majority*, 6(2), 85–90.
- Bimrew Sendekie Belay. (2014). *Kravitz*, (8.5.2017), 2003–2005.
- Budiwanto. (2017). *Metodologi Penelitian Dalam Keolahragaan. Sport Science*.
- candrawati, S. (2013). *Pengaruh Aktivitas Fisik Terhadap Stres Oksidatif*.
- Fleg, J. L. (2016). Salutory effects of high-intensity interval training in persons with elevated cardiovascular risk [version 1; referees: 3 approved]. *F1000Research*, 5(0). <https://doi.org/10.12688/f1000research.8778.1>
- Gisti Rahmawati, Farida Nur Rachmawati, H. Wi. (2014). *Aktivitas Superoksida Dismutase Tikus Diabetes Yang Diberi*, 1(September), 197–201.
- Hidayat, C., & Rahman, R. (2019). Review: Peluang Pengembangan Imbuhan Pakan Fitogenik Sebagai Pengganti Antibiotika dalam Ransum Ayam Pedaging di Indonesia. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Peternakan Tropis*, 6(2), 188. <https://doi.org/10.33772/jitro.v6i2.7139>
- Izyumov, D. S., Domnina, L. V., Nepryakhina, O. K., Avetisyan, A. V., Golyshev, S. A., Ivanova, O. Y., ... Chernyak, B. V. (2010). Mitochondria as source of reactive oxygen species under oxidative stress. Study with novel mitochondria-targeted antioxidants - The "Skulachev- Ion" derivatives. *Biochemistry (Moscow)*, 75(2), 123–129. <https://doi.org/10.1134/S000629791002001X>
- Lengkana, A. S., Suherman, A., Saptani, E., & Nugraha, R. G. (2020). Dukungan Sosial Orang Tua dan Self-Esteem (Penelitian Terhadap Tim Kabupaten Sumedang di Ajang O2SN Jawa Barat). *JOSSAE : Journal of Sport Science and Education*, 5(1), 1. <https://doi.org/10.26740/jossae.v5n1.p1-11>
- Maqsalmina, M., & Pudjonarko, D. (2007). *Pengaruh Latihan Aerobik Terhadap Perubahan Vo 2 Max Pada Siswa Sekolah Sepak Bola Tugu Muda Semarang Usia 12-14 Tahun*. FK Universitas Diponegoro.
- Masaki, H. (2010). Role of antioxidants in the skin: Anti-aging effects. *Journal of Dermatological Science*, 58(2), 85–90. <https://doi.org/10.1016/j.jdermsci.2010.03.003>
- Nuarti, N., Huldani, & Asnawati. (2019). Perbandingan Kapasitas Oksigen Maksimal.... *Homeostasis*, 2(1), 125–130.
- Rohman Hakim, A. (2013). JPES 2 (1) (2013) JOURNAL OF PHYSICAL EDUCATION AND SPORTS PENGARUH USIA DAN LATIHAN KESEIMBANGAN TERHADAP KEMAMPUAN MOTORIK KASAR ANAK TUNAGRAHITA KELAS BAWAH MAMPU DIDIK SEKOLAH LUAR BIASA. Retrieved from <http://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/jpes>
- Rusiani, E., Rusiani, E., Junaidi, S., Subiyono, H. S., & Sumartiningih, S. (2019). *Suplementasi Vitamin C dan E untuk Menurunkan Stres Oksidatif Setelah Melakukan Aktivitas Fisik Maksimal*. *Media Ilmu Keolahragaan Indonesia*, 9(2), 32–37.
- Sandi, I. N. (2016). *Pengaruh latihan fisik terhadap frekuensi denyut nadi*. *Sport and Fitness Journal*, 4(2), 1–6.
- Sayuti. (2015), 40, 2015.
- Sinaga, R. N. (2018). Euis, R. Y. (2018). *Pengantar Radikal Bebas dan Antioksidan*. In Deepublish;Yogyakarta. *Generasi Kampus*, 7(2), 329–336.
- Suryadinata, A. (2015). Oil Extraction from Rice Bran with Various Solvents and Concentration of Crude Extract to Antioxidant Activity. *Alchemy*, 4(1), 25–31. <https://doi.org/10.18860/al.v4i1.3152>

- Syaifullah, M. R. S., & Irawan, R. J. I. (2021). Gambaran Daya Tahan Vo2max Pemuda Desa Gampangsejati Usia 20-25 Tahun Menggunakan Instrumen Multistage Fitness Test Selama Pandemi Covid-19. *Jurnal Kesehatan Olahraga*, 9(4), 39–48.
- Tanskanen, M., Atalay, M., & Uusitalo, A. (2010). Altered oxidative stress in overtrained athletes. *Journal of Sports Sciences*, 28(3), 309–317. <https://doi.org/10.1080/02640410903473844>
- Tarnajaya, K., Pangkahila, A., Pangkahila, W., & Siswanto, F. M. (2018). Pemberian Ekstrak Daun Cincau (*Mesona palustris* BL) Meningkatkan Kadar Superoksida Dismutase (SOD) Tikus Wistar (*Rattus norvegicus*) Jantan yang Diinduksi Latihan Fisik Berlebih. *Jurnal Biomedik (Jbm)*, 10(1), 9–15. <https://doi.org/10.35790/jbm.10.1.2018.18995>
- Werdhasari, A. (2014). Peran Antioksidan Bagi Kesehatan. *Jurnal Biomedik Medisiana Indonesia*, 3(2), 59–68.
- Widiyatmoko, F., & Hadi, H. (2018). Tingkat Aktivitas Fisik Siswa Di Kota Semarang. *Journal Sport Area*, 3(2), 140. [https://doi.org/10.25299/sportarea.2018.vol3\(2\).2245](https://doi.org/10.25299/sportarea.2018.vol3(2).2245)
- Wiswadewa, Y., Adiputra, N., Satriyasa, K. B., Jawi, I. M., Adiatmika, P. G., & Purnawati, S. (2017). Metode High Intensity Interval Training Selama 15 Menit Dapat Meningkatkan Vo2Max Dan Kecepatan Gerak Siswa Peserta Ekstrakurikuler Bulutangkis Smp PGRI 2 Denpasar. *Sport and Fitness Journal*, 5(2), 30–37.
- Yavari, A., Javadi, M., Mirmiran, P., & Bahadoran, Z. (2015). Exercise-induced oxidative stress and dietary antioxidants. *Asian Journal of Sports Medicine*, 6(1), 1–7. <https://doi.org/10.5812/asjasm.24898>